

AE

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-040035

(43)Date of publication of application : 15.02.1994

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

H01L 41/09

(21)Application number : 05-087997

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 22.03.1993

(72)Inventor : TAKEUCHI YUKIHISA

MASUMORI HIDEO

TAKAHASHI NOBUO

(30)Priority

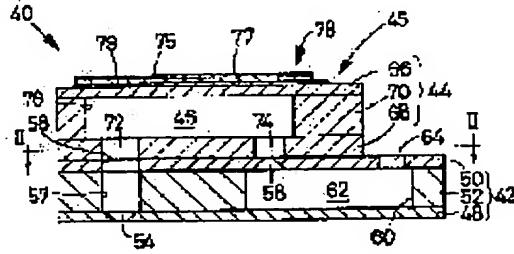
Priority number : 04160204 Priority date : 27.05.1992 Priority country : JP

## (54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRRICTIVE ACTUATOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a piezoelectric/electrostrictive actuator having excellent manufacturing properties and capable of easily ensuring sealing properties on a joint surface to another member stably.

**CONSTITUTION:** In a piezoelectric/electrostrictive actuator 45, in which a part of the wall section of a pressurized chamber formed into a base body is deformed by a piezoelectric/electrostrictive element, the base body is composed of a ceramic base body 44, in which a spacer plate 70, to which at least one window section 76 is formed, a closing plate 66 and a connecting plate 68, in which a first opening section 72 for communication is shaped at a position corresponding to the window section, are laminated and formed by a green sheet respectively and baked integrally. A piezoelectric/electrostrictive element 78 is constituted of a piezoelectric/electrostrictive operating section consisting of electrodes 75, 77 shaped onto the external surface of the closing plate through a film forming method and a piezoelectric/electrostrictive layer 79 at the same time as the base body is constituted.



[application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 3144949  
[Date of registration] 05.01.2001  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体内部に形成された加圧室の壁部の一部を、圧電／電歪素子によって変形させて、該加圧室に圧力を生ぜしめるようにした圧電／電歪アクチュエータにおいて、

少なくとも一つの窓部が設けられたスペーサプレートと、該スペーサプレートの一方の側に重ね合わされて前記窓部を覆蓋する閉塞プレートと、該スペーサプレートの他方の側に重ね合わされて前記窓部を覆蓋する、前記窓部に対応した位置に開口部が設けられた接続プレートとを、それぞれグリーンシートにて積層形成し、一体焼成せしめてなるセラミックス体により、前記基体を構成すると共に、前記閉塞プレートの外面上に膜形成法によって形成された電極および圧電／電歪層からなる圧電／電歪作動部により、前記圧電／電歪素子を構成したこととを特徴とする圧電／電歪アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】 本発明は、圧電／電歪アクチュエータに関するものであり、特に優れた製造性を有すると共に、作動特性の向上と安定化が有利に達成される圧電／電歪アクチュエータの新規な構造に関するものである。

## 【0002】

【背景技術】 近年、アクチュエータの基体内部に形成した加圧室内の圧力を上昇させる機構の一つとして、加圧室壁に設けた圧電／電歪素子の変位によって、該加圧室の体積を変化させるようにしたもののが知られている。そして、そのような圧電／電歪アクチュエータは、例えばインクジェットプリンタに使用されるプリントヘッドのインクポンプ等として利用されており、インクが供給され、充填された加圧室内の圧力を圧電／電歪素子の変位によって上昇させることにより、加圧室に連通するノズル孔からインク粒子（液滴）を打ち出して、印字するようになっている。

【0003】 具体的に、図5及び図6には、圧電／電歪アクチュエータをインクポンプとして用いたインクジェットプリントヘッドの一例が示されている。それらの図において、16は、インクノズル部材であり、複数のノズル孔2が設けられた金属製のノズルプレート4と、複数のオリフィス孔6が設けられた金属製のオリフィスプレート8とが、流路プレート10を挟んで積層、接合されることにより形成されており、その内部に、前記ノズル孔2にインクを導くインク噴出用流路12と、前記オリフィス孔6にインクを導くインク供給用流路14とが形成されている。また、25は、インクポンプとして用いられた圧電／電歪アクチュエータであり、金属や合成樹脂からなるプレート18、20が積層されて、形成された基体24内に、前記インクノズル部材16の各ノズル孔2およびオリフィス孔6に対応する複数の空所22を有する一方、該閉塞プレート18の外面において、各

空所22に対応する位置に圧電／電歪素子28が固着されている。そして、それらインクノズル部材16とアクチュエータ25とが重ね合わされて、接着一体化されることにより、該空所22にて、インクを加圧する加圧室26が形成されているのである。

【0004】 しかしながら、そこで用いられているアクチュエータ25にあっては、加圧室26の壁部に対して、それぞれ、圧電／電歪素子28の小片を一つずつ接着しなければならないために、小型化が極めて困難であり、しかも、そのような接着に起因するコストアップが避けられず、信頼性の維持も難しいといった問題を内在していたのである。

【0005】 加えて、かかるアクチュエータ25にあっては、隣接して形成された空所22、22間の寸法、即ち隣接する空所22、22間の隔壁部30の厚さ寸法：tが、1mm程度乃至それ以下と小さいために、インクノズル部材16に対して接着する際に、接着が極めて困難であったのである。

【0006】 具体的には、インクノズル部材16とアクチュエータ25を接着するに際して、隔壁部30の両側に接着剤がはみ出し易いために、それはみ出した接着剤にてインク流路や加圧室が変形してしまい、インクの吐出特性が阻害されて製品の品質の低下や歩留りの低下につながることとなる。

【0007】 また、そのような接着剤のはみ出しを防止するため、接着剤の塗布量を抑えると、部分的に接着不良の箇所が生じ易くなり、例えば、隣接する加圧室26、26間のシールが不完全となって、圧力が漏れてクロストークが生じたり、接着面間にギャップが残ってエア残留とそれによる加圧圧力損失が生じ、アクチュエータ25の作動特性が低下する結果、インク吐出特性が低下するという問題が惹起される恐れがあったのである。

## 【0008】

【解決課題】 ここにおいて、本発明は、上述の如き事情を背景として為されたものであって、その解決課題とするところは、他部材（例えばインクジェットプリントヘッドのインクノズル部材等）との接着が容易であって、接着面からの接着剤のはみ出しや接着不完全等による上述の如き問題が可及的に軽減乃至は防止され得、優れた作動特性を安定して得ることができると共に、製作が容易で且つコンパクト化が有利に図られる圧電／電歪アクチュエータを提供することにある。

## 【0009】

【解決手段】 そして、かかる課題を解決するために、本発明の特徴とするところは、基体内部に形成された加圧室の壁部の一部を、圧電／電歪素子によって変形させて、該加圧室に圧力を生ぜしめるようにした圧電／電歪アクチュエータにおいて、少なくとも一つの窓部が設けられたスペーサプレートと、該スペーサプレートの一方の側に重ね合わされて前記窓部を覆蓋する閉塞プレート

と、該スペーサプレートの他方の側に重ね合わされて前記窓部を覆蓋する、前記窓部に対応した位置に開口部が設けられた接続プレートとを、それぞれグリーンシートにて積層形成し、一体焼成せしめてなるセラミックス体により、前記基体を構成すると共に、前記閉塞プレートの外面上に膜形成法によって形成された電極および圧電／電歪層からなる圧電／電歪作動部により、前記圧電／電歪素子を構成したことにある。

## 【0010】

【実施例】以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、本発明に従う圧電／電歪アクチュエータの代表的な実施例について、図面を参照しつつ、詳細に説明することとする。

【0011】先ず、図1及び図2には、本発明に係る圧電／電歪アクチュエータを用いたインクジェットプリンタヘッドの一例が概略的に示されており、また、図3には、その分解斜視図が示されている。かかるインクジェットプリントヘッド40は、インクノズル部材42と圧電／電歪アクチュエータ45とが接合一体化されることによって形成されており、該アクチュエータ45内に形成された加圧室46に供給されたインクが、インクノズル部材42に設けられたノズル孔54を通じて、噴出されるようになっている。

【0012】より詳細には、前記インクノズル部材42は、それぞれ薄肉の平板形状を呈するノズルプレート48とオリフィスプレート50が、それらの間に流路プレート52を挟んで重ね合わされ、接着剤によって一体的に接合されてなる構造とされている。

【0013】また、ノズルプレート48には、インク噴出用のノズル孔54が、複数個（本実施例では3個）、形成されていると共に、オリフィスプレート50および流路プレート52には、各ノズル孔54に対応する位置において、板厚方向に貫通する通孔56、57が、該ノズル孔54よりも所定寸法大きな内径をもって形成されている。

【0014】さらに、オリフィスプレート50には、インク供給用のオリフィス孔58が、複数個（本実施例では3個）、形成されていると共に、流路プレート52に設けられた窓部60が、ノズルプレート48およびオリフィスプレート50にて、両側から覆蓋されることにより、それらノズルプレート48とオリフィスプレート50との間に、各オリフィス孔58に連通せしめられたインク供給流路62が、形成されている。また、オリフィスプレート50には、かかるインク供給流路62に対して、インクタンクから導かれるインクを供給する供給口64が、設けられている。

【0015】なお、かかるインクノズル部材42を構成する各プレート48、50、52の材質は、特に限定されるものではないが、ノズル孔54およびオリフィス孔58を高い寸法精度で形成するうえで、一般にプラスチ

ックや、ニッケル乃至ステンレスといった金属が好適に採用される。また、オリフィス孔58は、供給されるインクに対して逆止弁の如き作用を為さしめるため、例えば、図示されているように、インク流通方向に向って小径化するテーパ形状をもって、形成することが望ましい。

【0016】一方、前記圧電／電歪アクチュエータ45は、セラミックス基体44と該セラミックス基体44に一体的に形成された圧電／電歪素子78とからなる。また、該セラミックス基体44は、それぞれ薄肉の平板形状を呈する閉塞プレート66と接続プレート68が、スペーサプレート70を挟んで重ね合わされてなる構造をもって、一体的に形成されている。

【0017】そこにおいて、接続プレート68には、前記インクノズル部材42のオリフィスプレート50に形成された通孔56およびオリフィス孔58に対応する位置に、第一の連通用開口部72および第二の連通用開口部74が、それぞれ形成されている。なれば、第一の連通用開口部72は、通孔56と略同一乃至若干大きめの内径とされている一方、第二の連通用開口部74は、オリフィス孔58よりも所定寸法大径とされている。

【0018】また、スペーサプレート70には、長手矩形状の窓部76が、複数個、形成されている。そして、それら各窓部76に対して、上記接続プレート68に設けられた各一つの第一の連通用開口部72および第二の連通用開口部74が開口せしめられるように、かかるスペーサプレート70が、接続プレート68に対して重ね合わされている。

【0019】更にまた、このスペーサプレート70における、接続プレート68が重ね合わされた側とは反対側の面には、閉塞プレート66が重ね合わされており、この閉塞プレート66にて、窓部76の開口が覆蓋されている。それによって、かかるセラミックス基体44の内部には、第一及び第二の連通用開口部72、74を通じて外部に連通された加圧室46が、形成されているのである。

【0020】ところで、このようなセラミックス基体44は、セラミックスの一体焼成品として形成されるものである。即ち、具体的な製造工程としては、先ず、セラミックス原料とバインダー並びに液媒等から調製されるセラミックスのスラリーから、ドクターブレード装置やリバースロールコーティング装置等の一般的な装置を用いて、グリーンシートを成形する。次いで、必要に応じて、かかるグリーンシートに切断・切削・打ち抜き等の加工を施して、窓部76や第一、第二の連通用開口部72、74等を形成し、各プレート66、68、70の前駆体を形成する。そして、それら各前駆体を積層し、焼成することによって、一体的なセラミックス基体44を得られるのである。

【0021】なお、かかるセラミックス基体44を形成

するセラミックスの材質は、特に限定されるものではないが、成形性等の点から、アルミナ、ジルコニア等が、好適に採用される。そして、閉塞プレート66の板厚は好ましくは50μm以下、より好ましくは3~12μm程度であり、また接続プレート68の板厚は好ましくは10μm以上、より好ましくは50μm以上であり、更にスペーサプレート70の板厚は好ましくは50μm以上、より好ましくは100μm以上である。

【0022】すなわち、このようにして形成されたセラミックス基体44にあっては、セラミックスの一体焼成品として形成されていることから、特別な接着処理等を加える必要がないのである。閉塞プレート66、接続プレート68およびスペーサプレート70の各重ね合わせ面において、完全なシール性を安定して得ることができるるのである。

【0023】加えて、このセラミックス基体44では、接続プレート68が存在することにより、製造性向上の効果も得られるのである。即ち、一般に、柔軟性を有する薄いグリーンシート同士を積層せしめた積層体はハンドリングし難く、例えば焼成炉へのセッティング等において、支持方法を慎重にしないと歪みが加わって、破損したり、焼成後に異常な変形が生じたりし易い問題を有している。しかし、接続プレート68が存在する積層体では、積層体の剛性が高められるため、接続プレート68が存在しない場合に比べてハンドリングし易くなり、ハンドリングのミスによる不良品発生を抑えることができる。更には、セラミックス基体44に加圧室46を高密度に配置した設計の場合、閉塞プレート66及びスペーサプレート70のみの構造では殆どハンドリングが不可能となる場合でも、接続プレート68が存在することにより、ハンドリングが可能となる利点を有している。

【0024】なお、セラミックス基体44の形状は、製造法に依存してややらつくが、インクノズル部材42との接着面、即ち接続プレート68の外面は平坦であることが望ましい。平坦さの程度としては、接触式の形状測定機でうねりを測定した際に、基準長さ8mmに対する最大うねりが50μm以下、望ましくは25μm以下、より望ましくは10μm以下が好適である。また、この平坦さを達成する手段の一つとして、一体焼成後のセラミックス基体44に対し、研磨や平面切削等の機械加工を施すことも可能である。

【0025】さらに、かかるセラミックス基体44には、その閉塞プレート66の外面上において、各加圧室46に対応する部位に、それぞれ、圧電/電歪素子78が、設けられている。ここにおいて、この圧電/電歪素子78は、閉塞プレート66上に、下部電極77、圧電/電歪層79および上部電極75からなる圧電/電歪作用部を、膜形成法によって形成することによって形成されたものである。そして、特に好適には、かかる圧電/

電歪素子78として、本願出願人が、先に、特願平3-203831号および特願平4-94742号において提案した、圧電/電歪素子が採用される。

【0026】具体的には、かかる圧電/電歪素子78を得るに際しては、前記閉塞プレート66として、所定の化合物で結晶相が部分安定化乃至は完全安定化された酸化ジルコニウムを主成分とするセラミック基板が、好適に用いられる。なお、「部分安定化乃至は完全安定化された酸化ジルコニウム」とは、熱や応力等が加えられた時に結晶変態が部分的に或いは全く起こらないように、結晶層を部分的に或いは完全に安定化せしめた酸化ジルコニウムを含むものである。

【0027】また、この酸化ジルコニウムを安定化する化合物としては、酸化イットリウム、酸化セリウム、酸化マグネシウム、酸化カルシウムがあり、少なくともそのうちの一つの化合物を単体で若しくは組み合わせて添加、含有せしめることにより、酸化ジルコニウムは部分的に或いは完全に安定化されることとなる。更にまた、それぞれの化合物の添加含有量としては、酸化イットリウムに関しては2モル%~7モル%、酸化セリウムに関しては6モル%~15モル%、酸化マグネシウム、酸化カルシウムに関しては5モル%~12モル%とすることが好ましいが、その中でも、特に酸化イットリウムを部分安定化剤として用いることが好ましく、その場合においては2モル%~7モル%、更に好ましくは2モル%~4モル%とすることが望ましい。そのような範囲で酸化イットリウムを添加・含有せしめてなる酸化ジルコニウムは、その主たる結晶相が正方晶若しくは主として立方晶と正方晶からなる混晶において部分安定化され、優れた基板特性を与えることとなる。また、その正方晶を安定に存在させ、大きな基板強度が得られる為には、基板の平均結晶粒子径も重要なとなる。即ち、平均粒子径として、0.05μm~2μmであることが好ましく、更に好ましくは1μm以下であることが望ましい。

【0028】そして、このような閉塞プレート66の外面上に、所定の電極膜（上下電極）75、77および圧電/電歪層79が、公知の各種の膜形成法、例えば、スクリーン印刷、スプレー、ディッピング、塗布等の厚膜形成手法、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンブレーティング、CVD、メッキ等の薄膜形成手法によって形成されることとなる。なお、それらの膜形成は、該閉塞プレート66（セラミックス基体44）の焼結前に行なうこととも、或いは焼結後に行なうこととも可能である。また、このようにして閉塞プレート66上に膜形成されたそれぞれの膜（電極膜75、77および圧電/電歪層79）は、必要に応じて熱処理されることとなるが、かかる熱処理は、それぞれの膜の形成の都度、行なっても良く、或いは全部の膜を形成した後、同時に行なっても良い。更に、電極膜75、77の間の絶縁信頼性を向上させるために、必要に応じて、隣合う圧電/

電歪層79、79の間に絶縁樹脂膜を形成しても良い。【0029】また、かかる圧電／電歪作動部を構成する電極膜75、77の材料としては、熱処理温度並びに焼成温度程度の高温酸化雰囲気に耐えられる導体であれば、特に規制されるものではなく、例えば金属単体であっても、合金であっても良く、また絶縁性セラミックスやガラス等と、金属や合金との混合物であっても、更には導電性セラミックスであっても、何等差し支えない。尤も、好ましくは、白金、パラジウム、ロジウム等の高融点貴金属類、或いは銀－パラジウム、銀－白金、白金－パラジウム等の合金を主成分とする電極材料が好適に用いられる。

【0030】また、圧電／電歪作動部を構成する圧電／電歪層79の材料としては、圧電或いは電歪効果等の電界誘起歪を示す材料であれば、何れの材料であっても採用され得るものであり、結晶質の材料であっても、非晶質の材料であっても良く、また半導体材料であっても、誘電体セラミックス材料や強誘電体セラミックス材料であっても、何等差し支えなく、更には分極処理が必要な材料であっても、またそれが不必要的材料であっても良いのである。

【0031】尤も、本発明に用いられる圧電／電歪材料としては、好ましくは、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT系）を主成分とする材料、マグネシウムニオブ酸鉛（PMN系）を主成分とする材料、ニッケルニオブ酸鉛（PNM系）を主成分とする材料、マンガンニオブ酸鉛を主成分とする材料、アンチモンズズ酸鉛を主成分とする材料、亜鉛ニオブ酸鉛を主成分とする材料、チタン酸鉛を主成分とする材料、更にはこれらの複合材料等が用いられる。また、このような圧電／電歪材料に、ランタン、バリウム、ニオブ、亜鉛、セリウム、カドミウム、クロム、コバルト、ストロンチウム、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、タングステン、ニッケル、マンガン等の酸化物やそれらの他の化合物を添加物として含有せしめた材料、例えば、PLZT系となるように、前記PZT系を主成分とする材料に上記の如き所定の添加物を適宜に加えたものであっても、何等差し支えない。

【0032】なお、上記の如くして形成される電極膜75、77と圧電／電歪膜（層）79から構成される圧電／電歪作動部の厚さとしては、一般に100μm以下とされ、また電極膜75、77の厚さとしては、一般に20μm以下、好ましくは5μm以下とされることが望ましく、更に圧電／電歪膜79の厚さとしては、低作動電圧で大きな変位等を得るために、好ましくは50μm以下、更に好ましくは3μm以上40μm以下とされることが望ましい。

【0033】すなわち、このようにして形成された圧電／電歪素子78にあっては、結晶相が部分安定化された酸化ジルコニアを主成分とする材料にて形成された閉塞プレート66を基板としていることから、薄い板厚に

おいても機械的強度および韌性を有利に確保することができると共に、相対的に低作動電圧にて大変位が得られ、しかも速い応答速度と大きな発生力を得ることができるるのである。

【0034】加えて、かかる圧電／電歪素子78は、膜形成法によって形成されることから、膜形成プロセスの利点により、閉塞プレート66上に多数個、微細な間隔を隔てて、接着剤等を用いずに同時に且つ容易に形成することができるのであり、それ故、前述の如く、セラミックス基体44に形成される複数の加圧室46にそれぞれ対応する部位に対して、複数個の圧電／電歪素子78を、容易に且つ優れた量産性をもって形成することができる。

【0035】そうして、かくの如きセラミックス基体44に圧電／電歪素子78が一体的に設けられてなる圧電／電歪アクチュエータ45にあっては、その焼成後、図1に示されているように、前記インクノズル部材42に対して重ね合わせられ、適当な接着剤、例えばエボキシ樹脂等を用いて、接合、一体化せしめられることとなる。

20 それによって、該アクチュエータ45の圧電／電歪素子78の作動に基づき、インク供給流路62を通じて導かれたインクが、オリフィス孔58より加圧室46に供給されると共に、かかるインクが、通孔56、57を通じ、ノズル孔54より外部に噴出せしめられる、目的とするインクジェットプリントヘッド40が形成されているのである。

【0036】ところで、上述の如く、アクチュエータ45とインクノズル部材42とを接着するに際して、アクチュエータ45に設けられた加圧室46の、インクノズル部材42に設けられたインク供給流路62およびノズル孔54に対する連通は、該アクチュエータ45を構成する接続プレート68に形成された第一の連通用開口部72および第二の連通用開口部74を、インクノズル部材42を構成するオリフィスプレート50に形成された通孔56およびオリフィス孔58に対して連通せしめることによって、為されることとなる。

【0037】それ故、それらアクチュエータ45とインクノズル部材42との接着面間におけるインク流路のシール性は、第一及び第二の連通用開口部72、74の周囲においてのみ確保されれば良く、シール性を確保すべき接着部分の長さが短くて済むことから、優れたシール性を有利に且つ安定して得ることが可能となるのである。そして、加圧室46内への接着剤のはみ出しや接着面におけるギャップの発生等が有利に防止され得ることから、インク吐出特性が改善された製品を、安定して得ることが可能となるのである。

【0038】また、特に本実施例では、これら第一及び第二の連通用開口部72、74の内径が、加圧室46の内幅寸法（スペーサプレート70に形成された窓部76の幅寸法）よりも小さく設定されていることから、互い

に隣接して形成された第一及び第二の連通用開口部72, 74の間の寸法(図2中、L)も有利に確保することができる。

【0039】そして、それによって、各第一及び第二の連通用開口部72, 74の周囲における、アクチュエータ45とインクノズル部材42との接着面積を、有利に且つ充分に確保することができることから、異種材料間の接着であっても、接着面におけるシール性を、一層有利に得ることが可能となるのである。

【0040】なお、接着剤の種類や塗布方法によっては、接着剤が第一、第二の連通用開口部72, 74へはみ出して、それら開口部を閉塞する恐れがある。そのような恐れがある場合には、互いに隣接して形成された第一及び第二の連通用開口部72, 74の内径を加圧室46の内側寸法と同程度の大きさに設定して、開口部の閉塞を防止することが望ましい。また、図7の如く、第一、第二の連通用開口部72, 74の一方または両方ともを、涙滴形状や橢円形状に形成しても良い。

【0041】因みに、本実施例のインクジェットプリントヘッド40におけるインクノズル部材42とアクチュエータ45との接合面で発揮される、上述の如き、優れたインク流路のシール性は、図5及び図6に示されている、従来構造のインクジェットプリントヘッドにおいて必要とされるインクノズル部材16とアクチュエータ25との接着面の形状を、上記実施例のものと比較することによって、容易に理解されるところである。

【0042】以上、本発明の実施例について詳述してきたが、これは文字通りの例示であって、本発明は、かかる具体例にのみ限定して解釈されるものではない。

【0043】例えば、本発明の圧電／電歪アクチュエータは、上述の構造のもの以外にも、各種構造のインクジェットプリントヘッドのインクポンプとして利用される他、マイクロポンプ、圧電スピーカー、センサー、振動子、発振子、フィルター等としても用いることができる。

【0044】また、圧電／電歪アクチュエータの構造は、前記実施例のものに何ら限定されるものではない。例えば、前記実施例では、加圧室46にインクを供給するインク供給流路62が、インクノズル部材42の内部に形成されていたが、かかるインク供給流路62を、アクチュエータ45の内部に形成することも可能である。その一具体例を、図4に示す。なお、かかる図4においては、その理解を容易とするために、前記第一の実施例における部材および部位に対応する部材および部位に対して、それぞれ、同一の符号を付しておくこととする。

【0045】その他、一々列挙はしないが、本発明は、当業者の知識に基づいて、種々なる変更、修正、改良等を加えた態様において実施され得るものであり、また、そのような実施態様が、本発明の趣旨を逸脱しない限り、何れも、本発明の範囲内に含まれるものであること

は、言うまでもないところである。

【0046】

【発明の効果】上述の説明から明らかなように、本発明に従う構造とされた圧電／電歪アクチュエータにおいては、圧電／電歪素子が膜形成法によって容易に且つ優れた量産性をもって形成されることから、製品品質の向上と、生産性の向上が達成され得ると共に、小型化も有利に図られ得るのである。また、セラミックス基体が閉塞プレートとスペーサプレートと接続プレートとの三層構造を有していることから、かかるアクチュエータは焼成前のグリーンシートの積層体の状態でも十分な剛性があり、ハンドリングし易く、製造性に優れている特徴を有している。

【0047】さらに、セラミックス基体が閉塞プレートとスペーサプレートと接続プレートとの三層構造を有していることにより、かかる圧電／電歪アクチュエータを、例えばインクジェットプリントヘッドのインクポンプとして用いて、インクノズル部材等の他部材に接着する際には、アクチュエータとインクノズル部材との接合面におけるインク流路のシール性が飛躍的に向上され得るのであり、以て、製品品質の向上とその安定化が、有利に達成され得るのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る圧電／電歪アクチュエータを用いたインクジェットプリントヘッドの一例を示す縦断面説明図である。

【図2】図1におけるII-II断面説明図である。

【図3】図1に示されたインクジェットプリントヘッドの構造を説明するための分解斜視図である。

【図4】本発明の別の実施例としての圧電／電歪アクチュエータを用いたインクジェットプリントヘッドを示す、図1に対応する縦断面説明図である。

【図5】従来のインクジェットプリントヘッドの一具体例を示す縦断面説明図である。

【図6】図5におけるVI-VI断面説明図である。

【図7】図2において第一、第二の連通用開口部の形状を変更した例を示す、断面説明図である。

【符号の簡単な説明】

40, 80 インクジェットプリントヘッド

42 インクノズル部材

44 セラミックス基体

45 アクチュエータ

46 加圧室

48 ノズルプレート

50 オリフィスプレート

52 流路プレート

54 ノズル孔

58 オリフィス孔

62 インク供給流路

50 66 閉塞プレート

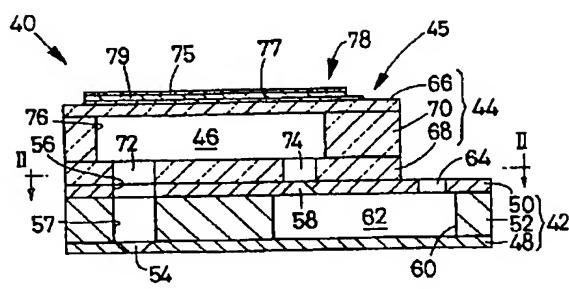
11

- 68 接続プレート  
70 スペーサプレート  
72 第一の連通用開口部

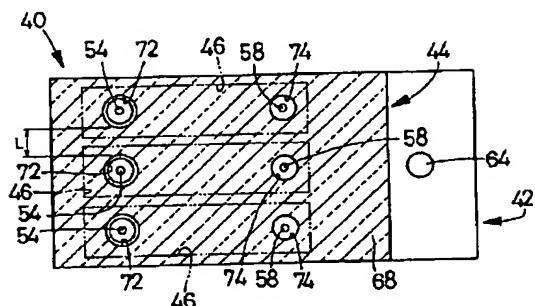
12

- \* 74 第二の連通用開口部  
78 圧電／電歪素子  
\*

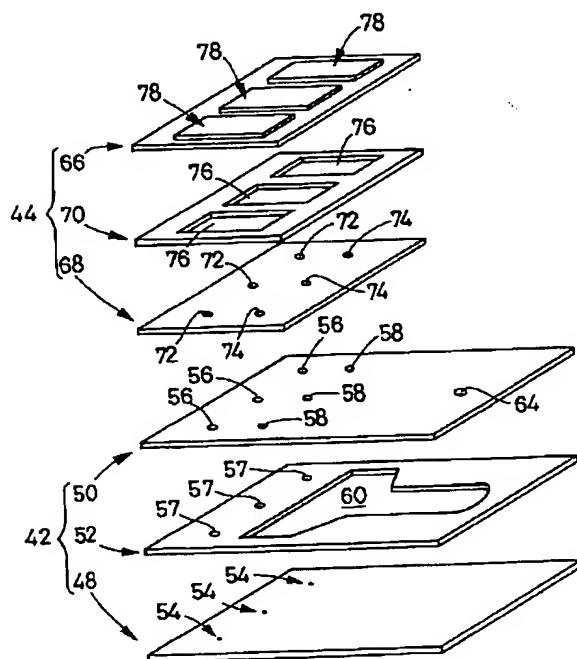
【図1】



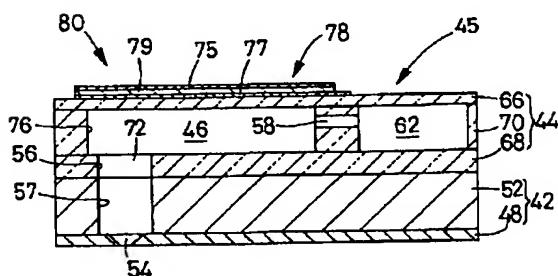
【図2】



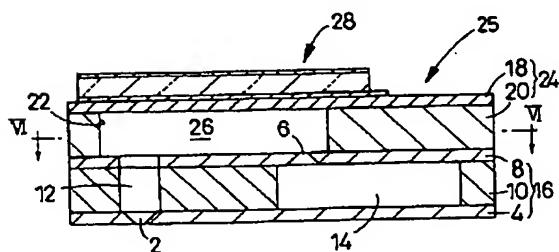
【図3】



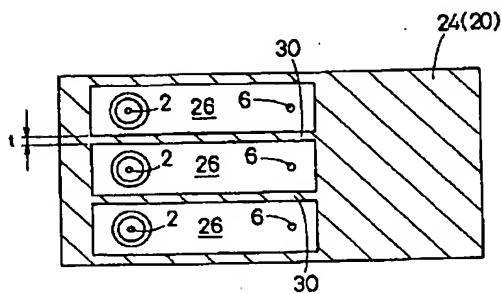
【図4】



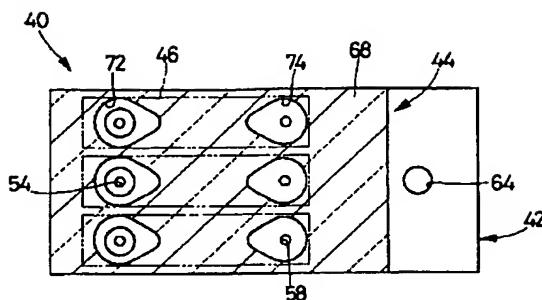
【図5】



【図6】



【図7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年7月13日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0020】ところで、このようなセラミックス基体4は、セラミックスの一体焼成品として形成されるものである。即ち、具体的な製造工程としては、先ず、セラミックス原料とバインダー並びに溶媒等から調製されるセラミックスのスラリーから、ドクターブレード装置やリバースロールコーティング装置等の一般的な装置を用いて、グリーンシートを成形する。次いで、必要に応じて、かかるグリーンシートに切断・切削・打ち抜き等の加工を施して、窓部76や第一、第二の連通用開口部72、74等を形成し、各ブレート66、68、70の前駆体を形成する。そして、それら各前駆体を積層し、焼成することによって、一体的なセラミックス基体4が得られるのである。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0044】また、圧電／電歪アクチュエータの構造は、前記実施例のものに何ら限定されるものではない。例えば、前記実施例では、加圧室46にインクを供給するインク供給流路62が、インクノズル部材42の内部に形成されていたが、かかるインク供給流路62を、アクチュエータ45の内部に形成することも可能である。その一具体例を、図4に示す。なお、かかる図4においては、その理解を容易とするために、前記第一の実施例における部材および部位に対応する部材および部位に対して、それぞれ、同一の符号を付しておくこととする。  
また、かかる図4の具体例におけるオリフィス孔58は、図1等の例における第二の連通用開口部74の孔径を適宜選択することによって、図1等の第二の連通用開口部74に、オリフィス孔58の機能を一体化したものである。

**JAPANESE**

[JP,06-040035,A]

---

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE  
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS  
DRAWINGS

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is longitudinal-section explanatory drawing showing an example of the ink-jet print head using the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention.

[Drawing 2] It is II-II cross-section explanatory drawing in drawing 1.

[Drawing 3] It is a decomposition perspective diagram for explaining the structure of an ink-jet print head shown in drawing 1.

[Drawing 4] It is longitudinal-section explanatory drawing corresponding to drawing 1 showing the ink-jet print head using the piezo-electricity / electrostriction actuator as another example of this invention.

[Drawing 5] It is longitudinal-section explanatory drawing showing one example of the conventional ink-jet print head.

[Drawing 6] It is VI-VI cross-section explanatory drawing in drawing 5.

[Drawing 7] In drawing 2, it is cross-section explanatory drawing showing the example which changed the configuration of the second opening for a free passage for a start.

### [Brief Description of Notations]

40 80 Ink-jet print head

42 Ink Nozzle -- Member

44 Ceramic Base

45 Actuator

46 Pressurized Room

48 Nozzle Plate

50 Orifice Plate

52 Passage Plate

54 Nozzle -- Hole

58 Orifice -- Hole

62 Ink Feeder Current Way

66 Lock Out Plate  
68 Connection Plate  
70 Spacer Plate  
72 First Opening for Free Passage  
74 Second Opening for Free Passage  
78 Piezo-electricity / Electrostriction Element

---

[Translation done.]

**JAPANESE**

[JP,06-040035,A]

---

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE  
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS  
DRAWINGS

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] this invention relates to the new structure of piezo-electricity / electrostriction actuator where improvement and stabilization of operational characteristic are attained advantageously while having the especially excellent manufacturability about piezo-electricity / electrostriction actuator.

**[0002]**

Background of the Invention] In recent years, the thing to which it was made to change the volume of this pressurized room is known with the variation rate of the piezo-electricity / electrostriction element prepared in the pressurized-room wall as one of the mechanisms which raises the pressure in the pressurized room formed in the interior of the base of an actuator. and the nozzle which is open for free passage to a pressurized room by using such piezo-electricity / an electrostriction actuator as an ink pump of the print head used for an ink jet printer etc., supplying ink, and raising the pressure in the pressurized room with which it filled up with the variation rate of piezo-electricity / electrostriction element -- from a hole, an ink particle (drop) is hammered out and it prints

[0003] Concretely, an example of the ink-jet print head which used piezo-electricity / electrostriction actuator as an ink pump is shown in drawing 5 and drawing 6. those drawings -- setting -- 16 -- an ink nozzle -- a member -- it is -- two or more nozzles -- with the metal nozzle plate 4 in which the hole 2 was formed two or more orifices -- the metal orifice plate 8 in which the hole 6 was formed forms a laminating and by being joined on both sides of the passage plate 10 -- having -- \*\*\*\* -- the interior -- the aforementioned nozzle -- with the passage 12 for ink jet which leads ink to a hole 2 the aforementioned orifice -- the passage 14 for ink supply which leads ink to a hole 6 is formed moreover, the inside of the base 24 which 25 is the piezo-electricity / electrostriction actuator used as an ink pump, and the laminating of the plates 18 and 20 which consist of a metal or synthetic resin was carried out, and was formed -- the aforementioned ink

nozzle -- each nozzle of a member 16 -- a hole 2 and an orifice -- while it has two or more dead air space 22 corresponding to a hole 6, in the superficies of this lock out plate 18, piezo-electricity / electrostriction element 28 has fixed in the position corresponding to each dead air space 22 and these ink nozzles -- the pressurized room 26 which pressurizes ink with this dead air space 22 is formed by setting [ they pile them up and ] and carrying out the adhesion unification of a member 16 and the actuator 25

[0004] However, if it was in the actuator 25 used there, in order to have to paste up every one wafer of piezo-electricity / electrostriction element 28 to the wall of a pressurized room 26, respectively, the miniaturization was very difficult, and the cost rise to which it moreover originates in such adhesion was not avoided, but it was inherent in the problem that maintenance of reliability is also difficult.

[0005] in addition, thickness size:t of the dead air space 22 adjacently formed if it was in this actuator 25 and the size 22 between 22, i.e., adjoining dead air space, and the septum section 30 between 22 -- less than [ about 1mm or it ] and since it is small -- an ink nozzle -- adhesion was very difficult in case it pasted up to a member 16

[0006] concrete -- an ink nozzle -- since it faces pasting up a member 16 and an actuator 25 and is easy to protrude adhesives into the both sides of the septum section 30, ink passage and a pressurized room will deform with the overflowing adhesives, the regurgitation property of ink will be checked, and it will lead to deterioration of the quality of a product, or the fall of the yield

[0007] Moreover, if the coverage of adhesives is stopped in order to prevent the flash of such adhesives The seal between the pressurized room 26 which it becomes easy to produce the part of an adhesive agent partially, for example, adjoins, and 26 becomes imperfect. As a result of a pressure's leaking, a gap's remaining between adhesion sides, the pressurization pressure loss by air remains and it arising [ a cross talk's arising, or ] and the operational characteristic of an actuator 25 falling, there was a possibility that the problem that an ink regurgitation property falls might be caused.

[0008]

[Problem(s) to be Solved] The place which succeeds in this invention against the background of the situation like \*\*\*\*\*, and is made into the solution technical problem in here Adhesion with other members (for example, the ink nozzle of an ink-jet print head member etc.) is easy. While being able to \*\*\*\*\*\*, being able to obtain and the problem like \*\*\*\* by a flash, adhesion imperfection, etc. of adhesives from an adhesion side being able to stabilize for it and acquire mitigation or the outstanding operational characteristic as much as possible, it is in offering the piezo-electricity / electrostriction actuator with which manufacture is easy with actuator and miniaturization may be attained advantageously.

[0009]

[Means for Solution] In order to solve this technical problem, and the place by which it is

characterized [ of this invention ] In the piezo-electricity / electrostriction actuator makes a part of wall of the pressurized room formed in the interior of a base transform by piezo-electricity / electrostriction element, and it was made to make this pressurized room produce a pressure The spacer plate in which at least one window part was prepared, and the lock out plate which puts on one of this spacer-plate side, and covers the aforementioned window part, Put on the another side side of this spacer plate, and cover the aforementioned window part. With the ceramic object which laminating formation is carried out [ object ] in a green sheet, respectively, and makes it really come to calcinate the connection plate with which opening was prepared in the position corresponding to the aforementioned window part, while constituting the aforementioned base It is in having constituted the aforementioned piezo-electricity / electrostriction element by the piezo-electricity / electrostriction operation section which consists of the electrode, and the piezo-electricity / electrostriction layer formed by the film forming method on the superficies of the aforementioned lock out plate.

[0010]

[Example] Suppose that it explains in detail, referring to a drawing hereafter, about the typical example of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to this invention, in order to clarify this invention still more concretely.

[0011] First, an example of the ink-jet print head using the piezo-electricity / electrostriction actuator concerning this invention is roughly shown in drawing 1 and drawing 2 , and the decomposition perspective diagram is shown in drawing 3 . this ink-jet print head 40 -- an ink nozzle -- the ink supplied to the pressurized room 46 which is formed by carrying out the junction unification of a member 42, and the piezo-electricity / electrostriction actuator 45, and was formed in this actuator 45 -- an ink nozzle -- the nozzle prepared in the member 42 -- it blows off through a hole 54

[0012] more -- a detail -- the aforementioned ink nozzle -- the nozzle plate 48 and orifice plate 50 which present the monotonous configuration of thin meat, respectively pile up a member 42 on both sides of the passage plate 52 among them, and it is made into the structure which it comes to join by adhesives in one

[0013] moreover, the nozzle for ink jet in a nozzle plate 48 -- while two or more (this example three pieces) holes 54 are formed -- an orifice plate 50 and the passage plate 52 -- each nozzle -- the through-holes 56 and 57 penetrated in the direction of board thickness in the position corresponding to a hole 54 -- this nozzle -- a hole 54 -- predetermined size size -- it is formed with the \*\*\*\* bore

[0014] furthermore, the orifice for ink supply in an orifice plate 50 -- while two or more (this example three pieces) holes 58 are formed, the window part 60 prepared in the passage plate 52 is covered from both sides by the nozzle plate 48 and the orifice plate 50 -- between these nozzle plates 48 and orifice plates 50 -- each orifice -- the ink feeder current way 62 made open for free

passage by the hole 58 is formed. Moreover, the feed hopper 64 which supplies the ink led from an ink tank is formed in the orifice plate 50 to this ink feeder current way 62.

[0015] in addition, this ink nozzle -- although especially the quality of the material of each plates 48, 50, and 52 which constitute a member 42 is not what is limited -- a nozzle -- a hole 54 and an orifice -- when forming a hole 58 with close dimensional accuracy, generally metals, such as plastics, and nickel or stainless steel, are adopted suitably moreover, an orifice -- it is [ having and forming the taper configuration minor-diameter-ized toward the ink circulation direction ] desirable since a hole 58 makes it succeed in the operation like a check valve to the ink supplied, for example, as illustrated

[0016] On the other hand, aforementioned piezo-electricity / electrostriction actuator 45 consist of piezo-electricity / an electrostriction element 78 formed in the ceramic base 44 and this ceramic base 44 in one. Moreover, the lock out plate 66 and the connection plate 68 which present the monotonous configuration of thin meat, respectively have the structure which it piles up and comes to unite on both sides of a spacer plate 70, and this ceramic base 44 is formed in one.

[0017] there -- setting -- the connection plate 68 -- the aforementioned ink nozzle -- the through-hole 56 formed in the orifice plate 50 of a member 42, and an orifice -- the first opening 72 for a free passage and the second opening 74 for a free passage are formed in the position corresponding to a hole 58, respectively in addition, the first opening 72 for a free passage -- a through-hole 56 and abbreviation -- while considering as the same or the larger bore a little -- the second opening 74 for a free passage -- an orifice -- it considers as the predetermined size major diameter rather than the hole 58

[0018] Moreover, two or more longitudinal rectangle-like window parts 76 are formed in the spacer plate 70. And this spacer plate 70 piles up to the connection plate 68 so that the first one opening 72 each for a free passage and the second opening 74 for a free passage which were prepared in the above-mentioned connection plate 68 may carry out opening to each [ these ] window part 76.

[0019] Furthermore, with the side which the connection plate 68 in this spacer plate 70 piled up, the lock out plate 66 puts on the field of an opposite side, and opening of a window part 76 is covered on this lock out plate 66 again. Of it, the pressurized room 46 opened for free passage outside through the first and second openings 72 and 74 for a free passage is formed in the interior of this ceramic base 44.

[0020] By the way, such a ceramic base 44 is formed as an one burned product of ceramics. That is, as a concrete manufacturing process, a green sheet is first fabricated using common equipments, such as doctor blade equipment and reverse-roll-coater equipment, from the slurry of the ceramics prepared from a ceramic raw material, a binder, a solvent, etc. Subsequently, if needed, cutting, cutting, punching, etc. are processed into this green sheet, a window part 76, the first and second opening 72 for a free passage, and 74 grades are formed, and the precursor of

each plates 66, 68, and 70 is formed. And the one ceramic base 44 is obtained by carrying out the laminating of each [ these ] precursor, and calcinating it.

[0021] In addition, although especially the quality of the material of the ceramics which form this ceramic base 44 is not limited, an alumina, a zirconia, etc. are suitably adopted from points, such as a moldability. And the board thickness of the lock out plate 66 is desirable, 50 micrometers or less are about 3-12 micrometers more preferably, and the board thickness of the connection plate 68 is desirable, 10 micrometers or more are 50 micrometers or more more preferably, the board thickness of a spacer plate 70 is still more desirable, and 50 micrometers or more are 100 micrometers or more more preferably.

[0022] That is, if it is in the ceramic base 44 formed by doing in this way, it is not necessary to add special adhesion processing etc., and in each superposition side of the lock out plate 66, the connection plate 68, and a spacer plate 70, it is stabilized and perfect seal nature can be obtained from being formed as an one burned product of ceramics.

[0023] In addition, in this ceramic base 44, when the connection plate 68 exists, the effect of the improvement in manufacturability is also acquired. That is, if it is hard to handle the layered product to which the laminating of the thin green sheets which have flexibility is generally carried out, for example, manner of support is not made prudent in setting to a firing furnace etc., it has the problem which distortion is added, and damages or unusual deformation tends to produce after baking. However, in the layered product in which the connection plate 68 exists, since the rigidity of a layered product is raised, compared with the case where the connection plate 68 does not exist, it becomes easy to handle, and defective generating by the mistake of handling can be suppressed. Furthermore, when handling becomes almost impossible with the structure of only the lock out plate 66 and a spacer plate 70 in the design which has arranged the pressurized room 46 with high density to the ceramic base 44, and the connection plate 68 exists, it has the advantage whose handling is attained.

[0024] in addition -- although the configuration of the ceramic base 44 varies a little depending on a manufacturing method -- an ink nozzle -- an adhesion side with a member 42, i.e., the external surface of the connection plate 68, has a flat desirable thing the maximum [ as opposed to / when a wave is measured with the configuration measurement machine of a contact process as a flat grade / a criteria length of 8mm ] -- 50 micrometers or less of 25 micrometers or less of waves are more desirably suitable for 10 micrometers or less desirably Moreover, it is also possible to really machine polish, flat-surface cutting, etc. to the ceramic base 44 after baking as one of the meanses which attains flat [ this ].

[0025] Furthermore, in the external surface top of the lock out plate 66, piezo-electricity / electrostriction element 78 is formed in this ceramic base 44 at the part corresponding to each pressurized room 46, respectively. In here, this piezo-electricity / electrostriction element 78 are formed by forming the piezo-electricity / electrostriction operation section which consists of the

lower electrode 77, piezo-electricity / electrostriction layer 79, and an up electrode 75 by the film forming method on the lock out plate 66. And the piezo-electricity / electrostriction element which the applicant for this patent proposed previously as this piezo-electricity / electrostriction element 78 in Japanese Patent Application No. No. 203831 [ three to ] and Japanese Patent Application No. No. 94742 [ four to ] are adopted especially suitably.

[0026] It faces specifically obtaining this piezo-electricity / electrostriction element 78, and the ceramic substrate which makes a principal component the zirconium oxide which stabilized [ portion-] or stabilized [ \*\*-perfect-] the crystal phase with the predetermined compound as the aforementioned lock out plate 66 is used suitably. In addition, when heat, stress, etc. are applied; "the zirconium oxide by which portion stabilization or \*\* full stabilization was carried out" contains the zirconium oxide which made the crystal layer stabilize partially or completely so that a crystal transformation partially or completely may not take place.

[0027] Moreover, as a compound which stabilizes this zirconium oxide, there are a yttrium oxide, a cerium oxide, a magnesium oxide, and a calcium oxide, and a zirconium oxide will be stabilized partially or completely by being a simple substance, or combining one of compounds of it, adding them, and making it contain at least. Again furthermore, as an addition content of each compound About a yttrium oxide, it is related with two-mol % - seven-mol % and a cerium oxide. Six-mol % - 15-mol %, Although it is desirable to consider as five-mol % - 12-mol % about a magnesium oxide and a calcium oxide Also in it, it is desirable to use especially a yttrium oxide as a partial stabilizing agent, and it is desirable in that case % and to two-mol consider [ % - seven mol ] as two-mol % - four-mol % still more preferably. The substrate property in which partial stabilization of the main crystal phase was carried out in a tetragonal phase or the mixed crystal which mainly consists of a cubic and a tetragonal phase, and the zirconium oxide which makes it add and come in such a range to contain a yttrium oxide was excellent will be given. Moreover, in order to make the tetragonal phase exist stably and to obtain big substrate intensity, it becomes important [ the average crystal particle diameter of a substrate ]. namely, -- as a mean particle diameter -- 0.05 micrometers -2micrometer it is -- things -- desirable -- further -- desirable -- 1 micrometer It is desirable that it is the following.

[0028] And the predetermined electrode layers (vertical electrode) 75 and 77, and the piezo-electricity / electrostriction layer 79 will be formed on the external surface of such a lock out plate 66 of the thin film formation technique, such as the thick-film formation technique, such as various kinds of well-known film forming methods, for example, screen-stencil, a spray, dipping, and an application, an ion beam, sputtering, vacuum deposition, ion plating, CVD, and plating. In addition, it is also possible to also perform those film formation before sintering of this lock out plate 66 (ceramic base 44) or to carry out after sintering. Moreover, although heat-treated if needed, each film (electrode layers 75 and 77, and piezo-electricity / electrostriction layer 79) by which did in this way and film formation was carried out on the lock out plate 66 may perform this

heat treatment simultaneously, after carrying out or forming all films at every formation of each film. Furthermore, in order to raise the insulating reliability between electrode layers 75 and 77, you may form an insulating resin film between \*\*\*\*\* piezo-electricity / electrostriction layers 79 and 79 if needed.

[0029] Moreover, if it is the conductor which can bear the high-temperature-oxidation atmosphere about heat treatment temperature and burning temperature as a material of the electrode layers 75 and 77 which constitute this piezo-electricity / electrostriction operation section, it is not regulated especially, and even if you may be an alloy even if it is a metal simple substance, and it is the mixture of insulating ceramics, glass, etc. and a metal and an alloy, and it is conductive ceramics further, it will not interfere at all. But the electrode material which makes a principal component alloys, such as high-melting point noble-metals [, such as platinum, palladium, and a rhodium ] or silver-palladium, silver-platinum, and platinum-palladium, is used suitably preferably.

[0030] moreover, as a material of the piezo-electricity / electrostriction layer 79 which constitutes piezo-electricity / electrostriction operation section If it is the material which shows the electric-field induction distortion of piezo-electricity or an electrostrictive effect, even if it may be adopted even if it is which material and is the material of a crystalline substance It may be an unnecessary material even if it does not interfere at all even if you may be an amorphous material, and it is a semiconductor material and is dielectric ceramic material and ferroelectric ceramic material, and it is the material which still needs polarization processing.

[0031] but the material which makes PZT (PZT system) a principal component preferably as the piezo-electricity / an electrostriction material used for this invention, the material which makes a principal component magnesium niobic-acid lead (PMN system), the material which makes a principal component nickel niobic-acid lead (PNN system), the material which make manganese niobic-acid lead a principal component, the material which make antimony stannic-acid lead a principal component, the material which make zinc niobic-acid lead a principal component, and the material which make a lead titanate a principal component -- such composite material etc. be used further Moreover, even if it adds the predetermined additive like the above to the material which makes the aforementioned PZT system a principal component suitably so that it may become the material which made such piezo-electricity / an electrostriction material contain oxides, such as a lanthanum, barium, niobium, zinc, a cerium, cadmium, chromium, cobalt, strontium, antimony, iron, an yttrium, a tantalum, a tungsten, nickel, and manganese, and other compounds of them as an additive, for example, a PLZT system, it does not interfere at all.

[0032] in addition, as thickness of the piezo-electricity / electrostriction operation section which consists of the electrode layers 75 and 77, and the piezo-electricity / electrostriction films 79 (layer) which are formed by carrying out like the above Generally it is 100 micrometers. It considers as the following. as thickness of electrode layers 75 and 77 Generally it is 50 micrometers 20 micrometers or less preferably [ it is desirable to be preferably referred to as 5

micrometers or less, and / in order to obtain the still bigger variation rate at low operating potential as thickness of piezo-electricity / electrostriction film 79 etc. ]. It is 3 micrometers still more preferably hereafter. It is 40 micrometers above. Considering as the following is desirable. [0033] Namely, if it is in the piezo-electricity / electrostriction element 78 formed by doing in this way While a crystal phase can secure a mechanical strength and toughness from using as a substrate the lock out plate 66 formed with the material which makes a principal component the zirconium oxide by which partial stabilization was carried out advantageously also in thin board thickness Grade is relatively obtained very much in low operating potential, and, moreover, a quick speed of response and the big generating force can be acquired.

[0034] Since this piezo-electricity / electrostriction element 78 are formed by the film forming method, with in addition, the advantage of a film formation process On the lock out plate 66, a detailed interval can be separated and a large number can be formed that it is simultaneous and easily, without using adhesives etc. So, two or more piezo-electricity / electrostriction elements 78 can be formed with the easily excellent mass-production nature like the above-mentioned to the part corresponding to two or more pressurized rooms 46 formed in the ceramic base 44, respectively.

[0035] then, if it is in the piezo-electricity / electrostriction actuator 45 with which it comes to prepare piezo-electricity / electrostriction element 78 in the writing \*\*\*\* ceramic base 44 in one, it is shown in drawing 1 after the baking -- as -- the aforementioned ink nozzle -- it piles up to a member 42, you use suitable adhesives, for example, an epoxy resin etc., and it is made to join and unify the ink led through the ink feeder current way 62 by it based on the operation of the piezo-electricity / electrostriction element 78 of this actuator 45 -- an orifice -- while a pressurized room 46 is supplied from a hole 58 -- this ink -- through-holes 56 and 57 -- leading -- a nozzle -- the ink-jet print head 40 which can blow off from a hole 54 outside and is closed and which is made into the purpose is formed

[0036] It faces pasting up a member 42. by the way -- like \*\*\*\* -- an actuator 45 and an ink nozzle -- the ink nozzle of the pressurized room 46 prepared in the actuator 45 -- the ink feeder current way 62 established in the member 42, and a nozzle -- the free passage to a hole 54 The first opening 72 for a free passage and the second opening 74 for a free passage which were formed in the connection plate 68 which constitutes this actuator 45 an ink nozzle -- the through-hole 56 formed in the orifice plate 50 which constitutes a member 42, and an orifice -- it will be accomplished by making it open for free passage to a hole 58

[0037] so, these actuators 45 and an ink nozzle -- the seal nature of the ink passage between adhesion sides with a member 42 becomes possible [ it being stabilized and obtaining the outstanding seal nature from the length for jointing which should secure seal nature being short, and ending advantageous, ] that what is necessary is to be secured only in the first and second circumferences of the openings 72 and 74 for a free passage And since the flash of the

adhesives into a pressurized room 46, generating of the gap in an adhesion side, etc. may be prevented advantageously, it becomes possible to be stabilized and to obtain the product with which the ink regurgitation property has been improved.

[0038] Moreover, the size (inside of drawing 2 , L) between the first which adjoined mutually and was formed from the these firsts and second bores of the openings 72 and 74 for a free passage being especially smaller than the inside width method (width-of-face size of the window part 76 formed in the spacer plate 70) of a pressurized room 46 in this example, and being set up, and second openings 72 and 74 for a free passage is also advantageously securable.

[0039] and it -- every -- the actuator 45 and ink nozzle in the circumference of the first and second openings 72 and 74 for a free passage -- since adhesion area with a member 42 is being advantageous and fully securable, even if it is adhesion between dissimilar materials, it becomes possible to obtain the seal nature in an adhesion side much more advantageous

[0040] In addition, depending on the kind and the method of application of adhesives, adhesives overflow into the second opening 72 and 74 for a free passage for a start, and there is a possibility of blockading these openings. When there is such fear, it is desirable to set the first which adjoined mutually and was formed, and second bores of the openings 72 and 74 for a free passage as a size of the same grade as the inside size of a pressurized room 46, and to prevent lock out of opening. Moreover, you may form both [ one side or ] in a tear drop configuration or elliptical for a start like drawing 7 . [ the ] [ of the openings 72 and 74 for a free passage ] [ both ]

[0041] an ink nozzle [ in / the ink-jet print head 40 of this example / incidentally ] -- the ink nozzle the outstanding seal nature of ink passage like \*\*\*\* demonstrated by the plane of composition of a member 42 and an actuator 45 is indicated to be to drawing 5 and drawing 6 and which is conventionally needed in the ink-jet print head of structure -- he is just going to be understood by comparing the configuration of the adhesion side of a member 16 and an actuator 25 with the thing of the above-mentioned example easily

[0042] As mentioned above, although the example of this invention has been explained in full detail, this is literal instantiation, and this invention is limited only to this example and interpreted.

[0043] For example, it is used as an ink pump of the ink-jet print head of various structures besides the thing of above-mentioned structure, and also the piezo-electricity / electrostriction actuator of this invention can be used as a micropump, a piezoelectric loudspeaker, a sensor, vibrator, a radiator, a filter, etc.

[0044] Moreover, the structure of piezo-electricity / electrostriction actuator is not limited to the thing of the aforementioned example at all. for example, the ink feeder current way 62 which supplies ink to a pressurized room 46 in the aforementioned example -- an ink nozzle -- although formed in the interior of a member 42, it is also possible to form this ink feeder current way 62 in the interior of an actuator 45 The one example is shown in drawing 4 . In addition, in this drawing 4 , in order to make the understanding easy, suppose that the same sign is attached, respectively

to the member in the first example of the above, the member corresponding to a part, and a part.

[0045] In addition, although listing is not carried out one by one, unless this invention may be carried out in the mode which added change and the correction which become various, improvement, etc. based on this contractor's knowledge and such an embodiment deviates from the meaning of this invention, it is a place needless to say that it is that by which all are contained within the limits of this invention.

[0046]

[Effect of the Invention] Since piezo-electricity / electrostriction element is formed with the easily excellent mass-production nature in the piezo-electricity / electrostriction actuator made into the structure of following this invention by the film forming method so that clearly from above-mentioned explanation, while improvement in product quality and improvement in productivity may be attained, a miniaturization may also be attained advantageously. Moreover, since the ceramic base has three layer structures of a lock out plate, a spacer plate, and a connection plate, also in the state of the layered product of the green sheet before baking, this actuator has sufficient rigidity, and it is easy to handle it, and has the feature excellent in manufacturability.

[0047] Furthermore, when the ceramic base has three layer structures of a lock out plate, a spacer plate, and a connection plate this piezo-electricity / electrostriction actuator -- as the ink pump of for example, an ink-jet print head -- using -- an ink nozzle, in case other members, such as a member, are pasted The seal nature of the ink passage in the plane of composition of an actuator and an ink nozzle member may improve by leaps and bounds, with improvement and its stabilization of product quality may be attained advantageously.

---

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,06-040035,A]

---

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE  
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS EXAMPLE DESCRIPTION OF DRAWINGS  
DRAWINGS

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

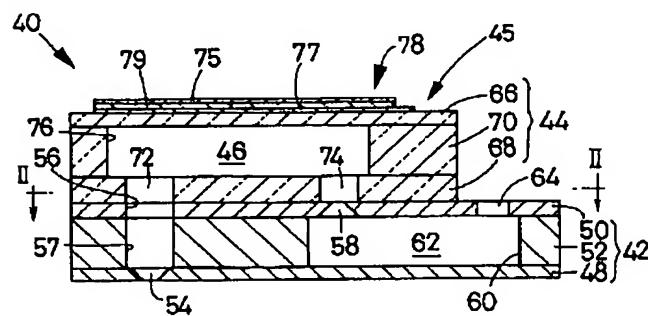
**[Claim(s)]**

[Claim 1] The piezo-electricity / electrostriction actuator makes a part of wall of the pressurized room formed in the interior of a base characterized by providing the following transform by piezo-electricity / electrostriction element, and it was made to make this pressurized room produce a pressure. The spacer plate in which at least one window part was prepared. The lock out plate which puts on one of this spacer-plate side, and covers the aforementioned window part. It is opening to the position corresponding to the aforementioned window part which puts on the another side side of this spacer plate, and covers the aforementioned window part.

---

[Translation done.]

Drawing selection [Representative drawing]



[Translation done.]